

УДК 6.67.672

В. В. БЕРЕЗУЦЬКИЙ, І. І. ХОНДАК**ЗВАРЮВАННЯ МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ ТА БЕЗПЕКА**

У статті проведений аналіз літературних джерел в області основних видів зварювання, а також небезпек, які з ними зв'язані. Розглядається вплив небезпечних і шкідливих виробничих чинників при зварюванні металевих виробів, запропоновано їх класифікацію відповідно до різних процесів зварювання. Приділено увагу речовинам, які вражають робітників при зварюванні і різанні кольорових металів. Описано професійні захворювання, а також заходи і засоби захисту зварників в процесі роботи від впливу шкідливих і небезпечних чинників. Зроблена класифікація найбільш поширених сучасних респіраторів в Україні для зварників. Виконано аналіз наукових досліджень щодо забезпечення безпеки зварювальних робіт. Особливу увагу було приділено питанням утворення чадного газу при різних видах зварювання, розглянуті питання з дослідження впливу СО на зварника і засобів захисту від нього. Розглянуті небезпеки, пов'язані з утворенням чадного газу в зоні зварювання, особливо в замкнених просторах і просторах, які погано вентилуються. Проаналізовані питання безпечної праці осіб, безпосередньо зайнятих при процесах зварювання, і для осіб, які знаходяться в близькості від робочого місця зварника.

Ключові слова: небезпечні і шкідливі виробничі чинники, зварник, професійне захворювання, зварювальний аерозоль, профілактика, засоби індивідуального захисту.

В. В. БЕРЕЗУЦЬКИЙ, И. И. ХОНДАК**СВАРКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И БЕЗОПАСНОСТЬ**

В статье проведен анализ литературных источников в области основных видов сварки, а также опасностей, которые с ними связаны. Рассматривается влияние опасных и вредных производственных факторов при сварке металлических изделий, предложена их классификация в соответствии с различными процессами сварки. Уделено внимание веществам, которые поражают рабочих при сварке и резке металлов. Описаны профессиональные заболевания, а также меры и средства защиты сварщиков в процессе работы от воздействия вредных и опасных факторов. Произведена классификация наиболее распространенных современных респираторов в Украине для сварщиков. Выполнен анализ научных исследований по обеспечению безопасности сварочных работ. Особое внимание было уделено вопросам образования угарного газа при различных видах сварки, рассмотрены вопросы по исследованию влияния СО на сварщика и средств защиты от него. Рассмотрены опасности, связанные с образованием угарного газа в зоне сварки, особенно в замкнутых пространствах и пространствах, которые плохо вентилируются. Проанализированы вопросы безопасного труда лиц, непосредственно занятых при процессах сварки, и для лиц, находящихся в близости от рабочего места сварщика.

Ключевые слова: опасные и вредные производственные факторы, сварщик, профессиональное заболевание, сварочный аэрозоль, профилактика, средства индивидуальной защиты.

V. BEREZUCKYI, I. HONDAK**WELDING OF METAL PRODUCTS AND SAFETY**

The article analyzes literary sources in the field of the main types of welding, as well as the dangers associated with them. The influence of hazardous and harmful production factors on the welding of metal products is considered, and their classification according to different welding processes is proposed. Attention is paid to substances that affect workers when welding and cutting non-ferrous metals. The maximum danger of damage to the health of welders from harmful substances in the form of solid particles, as well as from harmful substances in the form of gaseous particles, in particular, includes: carbon monoxide, nitrogen oxide, nitrogen dioxide, ozone. Industrial sprays are considered as occupational hazards, depending on their biological aggressiveness from the basic physical and chemical properties. Described are occupational diseases, as well as measures and means of protecting welders during work from the influence of harmful and dangerous factors. The classification of the most common modern respirators in Ukraine for welders is made. The analysis of scientific researches concerning safety of welding works is executed. Despite the constant improvement of welding methods and welding materials, many hygienic problems of welding production have not been finally solved, so special attention has been paid to the formation of carbon monoxide in various types of welding, the issues of studying the effect of CO on the welder and the means of protection against it have been considered. The hazards associated with the formation of carbon monoxide in the welding zone are considered, especially in closed spaces and spaces that are poorly ventilated. The issues of safe work of persons directly involved in welding processes and those who are in proximity to the welder's place of work are analyzed.

Keywords: hazardous and harmful production factors, welder, occupational disease, welding aerosol, prevention, personal protective equipment.

Вступ. Однією із провідних технологій сучасного виробництва є зварювання [1]. Зварювання та споріднені технології відіграють важливу роль в економіці різних країн. Розвиток цих напрямків диктується, з одного боку, наявністю в конкретній країні відповідного наукового та інженерного потенціалу, а з іншого – потребами галузей промисловості. Понад половини валового національного продукту промислово розвинених країн створюється за допомогою зварювання та споріднених технологій. При цьому до 2/3 світового споживання сталевих прокатів йде на виробництво зварних конструкцій та споруд,

У залежності від призначення ЗК та вимог, які до них висуваються, використовують різні конструкційні матеріали. При цьому основним з них є 5 сталь,

виробництво якої складає близько 93% від усього виробництва конструкційних матеріалів.

Покращення технології зварювання відіграє вирішальну роль у забезпеченні якості зварних з'єднань та – в цілому – в створенні високоефективного зварювального виробництва, в якому перші позиції займають дугове та контактне зварювання.

Зварювання є одним із основних технологічних процесів виготовлення та ремонту виробів у різних галузях промисловості, будівництва й транспорту. Без зварювання неможливе виробництво автомобілів, кораблів, літаків, мостів, котлів, турбін, реакторів та інших конструкцій. Зварювання дозволило створити принципово нові конструкції машин, внести корінні зміни в конструкцію й технологію виробництва.

Порівняно з іншими способами виготовлення конструкцій зварні є легшими та дешевшими. При цьому економія металу становить від 10 до 50%. За допомогою зварювання одержують нероз'ємні з'єднання майже всіх металів і сплавів різної товщини – від сотих часток міліметра до декількох метрів. Поряд з традиційними конструкційними сталями зварюють спеціальні сталі та сплави на основі титану, цирконію, молибдену, ніобію й інших матеріалів, а також різномірні матеріали.

Багато галузей промислового виробництва в світі вимагають застосування зварювальних технологій. Зварювальні технології включають велику групу технологічних процесів з'єднання, роз'єднання (різання), наплавлення, пайки, напилення, спікання, локальної обробки матеріалів. Ці процеси виконуються із застосуванням на місці обробки термічної, термомеханічної або електричної енергії [2], які мають чинники, що негативно впливають на людину. Тому, створення безпечних умов праці найважливіша задача будь-якого виробництва. За правильну організацію і стан охорони праці несе відповідальність керівництво підприємства. Безпека зварювальних робіт цілком залежить від рівня професійної майстерності, знань і умінь виконання їх зварником.

Розглянемо основні небезпеки, що можуть призвести до виробничих травм при зварюванні:

- ураження електричним струмом при електрозварювальних роботах;
- ураження зору та відкритої поверхні шкіри випромінюванням електричної дуги;
- отруєння організму шкідливими газами, пилом та випарами, що виділяються при зварюванні;
- пожежна безпека та опіки;
- вибухи ацетиленових генераторів від зворотних ударів полум'я, коли не спрацює водяний затвор;
- вибухи кисневих балонів у момент їх відкриття, якщо на штуцері балона чи на клапані редуктора є масло;
- небезпечна ситуація при необережному поводженні з пальником;
- механічні травми при заготівельних і складально-зварювальних операціях.

Виконання зварювання і різання електродами пов'язано з експлуатацією обладнання і використанням речовин, які при невмілому поводженні або грубому порушенні правил роботи можуть стати причиною травм і аварійних ситуацій, джерелом отруйної дії на організм зварника і забруднень навколишнього середовища, пожеж. [3].

Щоб робота була безпечною для осіб, безпосередньо зайнятих при процесах зварювання, і для оточуючих, слід знати можливі шкідливі і вражаючі чинники, причини їх виникнення та вміти користуватися прийомами запобігання небезпеки, засобами індивідуального і колективного захисту, щоб уникнути розвитку професійних захворювань.

Актуальність роботи. Актуальність даної теми пов'язана з суттєвою проблемою забезпечення виробничої безпеки при зварювальних роботах і споріднених процесах на виробництві. [25].

Зварювання є одним з основних промислових процесів, який використовують для з'єднання металів. Найбільшою шкоди сам процес зварювання і суміжні з ним процеси може завдати самим електрозварникам. В процесі виконання своєї роботи вони піддаються впливам шкідливих і небезпечних виробничих чинників різного походження.

Основні причини нещасних випадків при електрозварюванні – це відсутність засобів індивідуального захисту, ураження електричним струмом зварників з різних причин (наприклад, відсутність систем заземлення металевих частин; відсутність захисту на струмопровідних частинах), при газовому зварюванні – вибух газоповітряної суміші від джерела відкритого вогню, випромінювання від полум'я, іскріння розплавлених металів і шлаків. Ці чинники можуть привести до травматичних ушкоджень і професійних захворювань [25].

Електрозварники в процесі трудової діяльності піддаються впливу цілого комплексу небезпечних і шкідливих виробничих чинників фізичної та хімічної природи.

Під час застосування різного виду зварювальних технологій може підвищуватись рівень електромагнітних полів [4], з'являтися лазерне, ультрафіолетове, інфрачервоне, іонізуюче випромінювання, підвищуватись напруженість електростатичного поля, рівень шуму, ультразвук, запиленість і загазованість повітря робочої зони; можливі значні статичні навантаження на руки і плечовий пояс [4, 5]. Всі ці чинники належать до шкідливих виробничих чинників (ШВЧ).

Небезпечні виробничі чинники (НВЧ), які можуть виникати при зварюванні це – вплив електричного струму, іскри і бризки, викиди розплавленого металу і шлаку; можливість вибуху балонів і систем, що знаходяться під тиском; рухомі механізми і вироби [25].

Найбільш поширеними профзахворюваннями у зварювальників є захворювання дихальних шляхів: пневмоконіоз, професійний бронхіт, гіперчутливий пневмоніт, бронхіальна астма [25].

Психофізіологічна дія на зварника виявляється у вигляді фізичних та нервово-психічних навантажень [5]. Фізичні навантаження викликають у людини статичні та динамічні напруження, що залежать від маси зварювального інструменту, гнучкості шлангів і дротів, тривалості безперервної роботи, підтримання робочої пози [5]. Нервово-психічні навантаження призводять до перенапруження зорових аналізаторів та виникнення нервово-емоційного напруження; при недостатньому захисті очей розвивається катаракта [5]. Під час праці на робітників впливають несприятливі метеорологічні фактори, що призводить до розвитку теплового дискомфорту [5]. Під час шліфувальних і зачищувальних робіт, під час газової різки металів у повітря виробничого середовища виділяється пил, який містить з'єднання марганцю, міді, заліза, цинку, свинцю [5].

При зварюванні виділяється дим, який складається з суміші дуже дрібних частинок і газів. Більшість компонентів диму, які виділяються при зварюванні: хром, нікель, миш'як, азбест, марганець,

кремній, берилій, кадмій, оксиди азоту, хлороокись вуглецю, акролеїн, сполуки фтору, оксид вуглецю, кобальт, мідь, свинець, озон, селен, і цинк можуть бути надзвичайно токсичні.

Деякі складові диму (цинк, магній, мідь, і оксид міді) можуть викликати лихоманку. Отруєння цинком небезпечно для здоров'я, часто відбувається на виробничих майданчиках. Симптоми передозування проявляються не відразу [17].

Основні симптоми лихоманки, включаючи озноб, спрагу, підвищену температуру, болі в м'язах і грудей, кашель, задишку, втому, нудоту, і металевий присмак у роті можуть з'явитися через 6-12 годин після впливу [3,17]. Дим також подразнює очі, слизову носа, дихальних шляхів, викликає кашель, задишку, бронхіт, набряк легенів (скупчення рідини в легенях) і пневмоніт (запалення легенів). Шлунково – кишкові розлади: нудоту, втрату апетиту, блювоту, спазми, і уповільнене засвоєння також пов'язані зі зварюванням. Тривала дія диму від дугового зварювання загрожує розвитком астми [18].

Важливе місце відводиться зварюванню кольорових металів [28]. Особливу увагу необхідно приділяти речовинам, які вражають робітників при зварюванні і різанні кольорових металів. Граничні допустимі концентрації їх часто бувають набагато вищими на практиці. Треба дотримуватись правил безпеки при зварюванні міді і мідних сплавів, тому що мідь і легувальні елементи в її сплавах інтенсивно випаровуються, а пари дуже токсичні. Особливу увагу слід приділяти концентрації марганцю, його наявність в повітрі більше за 0,3 мг/м³ може викликати важкі захворювання нервової системи [6].

Найбільш небезпечним чинником при проведенні робіт із застосуванням електродугового та газового зварювання може бути виділення зварювального аерозолі (ЗА) в робочій зоні. Так, за статистикою, понад 50% професійних захворювань зварників – це хвороби органів дихання (хронічний бронхіт, пневмоконіоз), можуть також розвиватися легкі форми марганцевих інтоксикацій і різні патології, пов'язані з вдиханням зварювального аерозолі [7].

Зварювальний аерозоль за характером утворення відноситься до аерозолів конденсації і являє собою дисперсну систему, в якій дисперсною фазою є дрібні частинки твердої речовини і дисперсійним середовищем – газ або суміш газів. [8,10]. В основному зварювальний аерозоль складається із заліза і його оксидів, але в його складі можуть бути такі речовини і їх сполуки, як марганець, хром, нікель, алюміній, мідь, цинк, фтор, кремній, азот і багато інших. Токсичність ЗА підвищується при застосуванні зварювальних електродів, у складі яких збільшується концентрація канцерогенного шестивалентного хрому і нікелю [8]. Незважаючи на те, що промислові аерозолі як професійна шкідливість вивчаються досить давно, дотепер не вирішено багато питань щодо залежності їхньої біологічної агресивності від основних фізико-хімічних властивостей. До останніх можна віднести дисперсність частинок, зокрема, нанорозмірних фракцій твердої складової зварювальних аерозолів (ТСЗА), їхні структурні параметри, розчинність окремих сполук [26].

Хімічний склад забруднень, які виділяються при зварюванні залежить в основному від складу зварювальних матеріалів, за допомогою яких відбувається процес зварювання (дроту, покриттів, флюсів) і в меншій мірі від складу металів, які зварюються [8]. Тому створення нових марок зварювальних матеріалів обов'язково має супроводжуватись їхньою первинною санітарно-гігієнічною оцінкою відповідно до міжнародних стандартів ДСТУ ISO 15011-1:2008 [11] та ДСТУ ISO 15011-4:2008 [9].

Вплив канцерогенних речовин шестивалентного хрому і нікелю у складі зварювального аерозолі на органи дихання може підвищувати ризик розвитку онкологічних захворювань. Марганець викликає інтоксикацію, симптомами якої є біль у верхніх кінцівках, погіршення пам'яті та головний біль. Сполуки хрому спричиняють утворення злоякісних пухлин. Цинк впливає на печінку, викликаючи зміни та запалення тканин. Нікель у вигляді зварювального аерозолі змінює реактивну спроможність організму – викликає алергію. Оксиди азоту, озон, фтористий водень чинять переважно подразнюючу дію, що викликає подразнення очей та верхніх дихальних шляхів, кашель, біль у грудях, головний біль. Фтористий водень, внаслідок утворення в організмі токсичного фтор-іона, уражає опорно-руховий апарат, порушує процеси мінерального обміну [5].

Інтенсивність праці та параметри мікроклімату впливають на стан людини, яка працює в запиленому та загазованому приміщенні. При цьому посилена дихальна діяльність призводить до поглинання підвищених доз повітря, а разом з ним – шкідливих речовин; високі температури повітря посилюють шкідливу дію хімічних речовин на організм людини.

Максимальну небезпеку заподіяння шкоди здоров'ю викликають шкідливі речовини у формі твердих частинок. Але при різних технологіях виникають і шкідливі речовини у формі газоподібних частинок, насамперед, сюди відносяться:

- окис вуглецю;
- окис азоту;
- двоокис азоту;
- озон [12].

Більшу частину газів, які виділяються або використовуються, під час зварювання складають: озон, азот і моноокись вуглецю (чадний газ), крім того виділяються і інші небезпечні гази – фосфін і фосген. Озон утворюється в результаті хімічної реакції під впливом ультрафіолетового випромінювання на атмосферний кисень. Озон – це безбарвний газ, сильно подразнює слизову і дихальні шляхи. Азот (оксид азоту) утворюється в результаті хімічної реакції атмосферного азоту і кисню під впливом випромінювання зварювальної дуги і нагрітого металу. Азот негативно впливає на легені. Чадний газ утворюється під час зварювання електродом, що плавиться в середовищі активних газів (MAG) в процесі розщеплення вуглекислого газу. Чадний газ зупиняє процес збагачення крові киснем [3]. Озон і оксиди азоту в великих дозах смертельні, а в малих можуть викликати подразнення слизової оболонки носа і носоглотки і серйозні респіраторні, легеневі

захворювання. Двоокис азоту є небезпечним вже у відносно малих концентраціях, а у великих концентраціях він може призвести до смертельного набряку легенів. В результаті впливу ультрафіолетового випромінювання зварювальної дуги хлоровані вуглеводневі розчинники: типу трихлоретилен, 1, 1, 1-трихлоретан, хлористий метилен і тетрахлоретилен вступають в хімічну реакцію, виділяючи газ фосген (хлорокис вуглецю). Навіть дуже маленька кількість хлорокису вуглецю може бути смертельною, хоча ранні ознаки отруєння – запаморочення, озноб, і кашель зазвичай проявляються через 5 або 6 годин [3].

Все це впливає на здоров'я людини та на стан навколишнього середовища.

Вплив всіх цих чинників безпеки призводить до розвитку хронічних бронхітів, захворювання опорно-рухового апарату, периферичної нервової системи, дерматозів, хронічної інтоксикації марганцем та іншими токсичними компонентами зварювального аерозолі.

Завдяки багаторічним дослідженням на декількох підприємствах вдалося встановити, що пневмоконіоз і хронічний бронхіт розвиваються в осіб до 40 років, зайнятих на зварюванні сталі та сталевих конструкцій, при середньому стажі роботи за професією понад 14 років. Чимало зварювальників з великим стажем за станом здоров'я «недопрацьовують» навіть до пільгового пенсійного 55-річного віку (за умови повного стажу роботи зварювальником не менше 12 років). Клінічна картина пневмоконіозів має низку схожих рис: повільний хронічний перебіг з тенденцією до прогресування, що нерідко призводить до порушення працездатності; стійкі склеротичні зміни в легенях[7].

Понад 50% професійних захворювань зварників – це хвороби органів дихання і різні патології, пов'язані з вдиханням зварювального аерозолі[29]. Щоб уникнути несприятливого впливу виробничих факторів, характерних для електрозварювання, необхідно перешкоджати потраплянню до органів дихання зварювального аерозолі.

Всі види зварювання та різання металів є небезпечними у відношенні розвитку електроофтальмії. Електрозварювальні роботи небезпечні також з точки зору можливості електротравм. В операторів плазмових установок під впливом шуму й ультразвуку можуть розвиватися астеноневротичний синдром, вегетосудинна дисфункція, стійке зниження слуху, у клепальників – вібраційна патологія. Останніми роками встановлено, що багато компонентів зварювального аерозолі, не викликаючи специфічних професійних хвороб, при тривалому впливі накопичуються в організмі і збільшують ризик виникнення серцево-судинних і онкологічних захворювань[5].

Тому для попередження виникнення загальних і професійних захворювань важливе значення має ефективна вентиляція з урахуванням особливостей технологічного процесу, а також застосування засобів індивідуального захисту[29].

Недивлячись на постійне удосконалення способів зварювання та зварювальних матеріалів, багато

гігієнічних проблем зварювального виробництва остаточно не вирішено. А саме: утворення і накопичення СО в замкненому, не вентильованому приміщенні. Як наслідок цього залишаються незадовільними умови праці електрозварників, що негативно позначається на їх здоров'ї та працездатності. Комплексний характер негативного впливу на здоров'я зварників небезпечних та шкідливих виробничих чинників, а також тяжкості і напруженості праці, вимагають здійснення різноманітних оздоровчих заходів.

Метою дослідження є порівняльний аналіз існуючих заходів і засобів захисту зварників в процесі роботи від впливу шкідливих чинників і визначення найбільш ефективніших з цих засобів з метою подальшого удосконалення.

Матеріали та методи дослідження. Аналітичний огляд наукових публікацій і баз даних міжнародних стандартів з питань праці.

Аналіз стану питання безпеки роботи зварювальників/ Існує велика кількість різновидів зварювання [19]. Основні види зварювання можна представити у вигляді схеми (рис.1)



Рис. 1 – Основні види зварювання

Як вже було сказано вище процес зварювання характеризується наявністю шкідливих та небезпечних виробничих чинників.

Автори всі шкідливі виробничі чинники при різних видах зварювання і споріднених процесах звели в табл/1.

Проаналізувавши наявність шкідливих чинників при різних видах зварювання і споріднених процесах можна зробити висновок, що робота зварника є однією з найбільш професійно шкідливих [2]. Всі ці чинники, за певних умов, можуть призводити до професійних захворювань та нещасних випадків робочих зварювальних професій [4].

Таблиця 1 Шкідливі виробничі чинники при різних видах зварювання і споріднених процесах

Шкідливі виробничі чинники	Види процесів
1	2
Шкідливі речовини	Ручне дугове зварювання покритими електродами. Зварювання під флюсом: напівавтоматичне і автоматичне зварювання. Дугове зварювання в захисних газах: напівавтоматичне і автоматичне. Електрошлакове зварювання. Контактне зварювання (точкове, рельєфне, шовне та ін.) Контактне стикове зварювання оплавленням. Електронно-променеве зварювання. Ультразвукове зварювання Газове зварювання. Плазмове зварювання. Кисневе, киснево-флюсове різання. Плазмове різання Лазерне зварювання і різання Наплавлення Пайка Напилення
Ультрафіолетове випромінювання	Ручне дугове зварювання покритими електродами. Дугове зварювання в захисних газах: напівавтоматичне і автоматичне. Електрошлакове зварювання Електронно-променеве зварювання. Газове зварювання. Плазмове зварювання. Кисневе, киснево-флюсове різання. Плазмове різання. Лазерне зварювання і різання Наплавлення Напилення
Видиме	Ручне дугове зварювання покритими електродами. Дугове зварювання в захисних газах: напівавтоматичне і автоматичне. Електрошлакове зварювання. Електронно-променеве зварювання. Газове зварювання. Плазмове зварювання. Кисневе, киснево-флюсове різання. Плазмове різання. Лазерне зварювання і різання. Наплавлення. Напилення.

1	2
Інфрачервоне випромінювання	Ручне дугове зварювання покритими електродами, зварювання під флюсом: напівавтоматичне і автоматичне. Дугове зварювання в захисних газах: напівавтоматичне і автоматичне. Електрошлакове зварювання. Контактне зварювання (точкове, рельєфне, шовне та ін.). Контактне стикове зварювання оплавленням. Газове зварювання. Плазмове зварювання. Кисневе, киснево-флюсове різання. Плазмове різання. Лазерне зварювання і різання. Наплавлення. Напилення.
Електромагнітні поля	Контактне зварювання (точкове, рельєфне, шовне та ін.). Контактне стикове зварювання оплавленням. Дифузійне зварювання. Зварювання струмами підвищеної частоти.
Магнітні поля	Контактне зварювання (точкове, рельєфне, шовне та ін.). Контактне стикове зварювання оплавленням.
Іонізуючі випромінювання	Електронно-променеве зварювання. Плазмове зварювання. Плазмове різання.
Шум	Ручне дугове зварювання покритими електродами. Зварювання під флюсом: напівавтоматичне і автоматичне. Дугове зварювання в захисних газах: напівавтоматичне і автоматичне. Електрошлакове зварювання. Контактне зварювання (точкове, рельєфне, шовне та ін.). Контактне стикове зварювання оплавленням. Електронно-променеве зварювання. Зварювання тертям. Дифузійне зварювання. Кисневе, киснево-флюсове різання. Ультразвукове зварювання. Газове зварювання. Плазмове зварювання. Плазмове різання. Лазерне зварювання і різання. Напилення.

Закінчення таблиці 1

1	2
Ультразвук	Дифузійне зварювання. Ультразвукове зварювання. Плазмове зварювання. Кисневе, киснево-флюсове різання. Плазмове різання. Напилення.
Статичне навантаження на руку	Ручне дугове зварювання покритими електродами. Зварювання під флюсом: напівавтоматичне і автоматичне. Дугове зварювання в захисних газах: напівавтоматичне і автоматичне. Контактне зварювання (точкове, рельєфне, шовне та ін.). Газове зварювання. Контактне стикове зварювання оплавленням. Кисневе, киснево-флюсове різання. Плазмове різання. Наплавлення

У структурі діагнозів професійних захворювань серед українських працівників хвороби органів дихання складають 40,4% (262 випадки). Загалом за підсумками першого кварталу 2018 року Фондом соціального страхування України зареєстровано 649 випадків захворювань, що були набуті в результаті професійної діяльності. [20].

На сьогоднішній день немає статистики і недостатньо розглянуті питання по дослідженню кількості CO, яка потрапляє до організму зварника в процесі праці.

Оксид вуглецю утворюється при наступних процесах: газово пресованому зварюванні, зварювання металевим електродом в середовищі інертного газу (MIG); дугове зварювання металевим електродом в газовому середовищі (GMAC), зварювання вольфрамовим електродом в інертному газі (TIG); дугове зварювання вольфрамовим електродом в газовому середовищі (GTAW); дугове зварювання в середовищі гелію, плазмове зварювання (PAW) і плазмове зварювання напиленням; дугове різання вольфрамовим електродом, зварювання трубчастим електродом (FCAW); дугове зварювання розплавленим електродом в середовищі активного газу (MAG), повітряно-дугове різання [13].

Вуглекислий газ потрапляє в зону зварювання і під впливом високої температури дуги розпадається на чадний газ і кисень. Процес розпаду відбувається за реакцією: $2\text{CO}_2 = 2\text{CO} + \text{O}_2$ [30]. В результаті реакції в зоні зварювання утворюється суміш з трьох газів: вуглекислий, чадний і кисень. Чадний газ в зоні зварювання являє велику небезпеку, особливо в замкнених і просторах що погано вентилуються.

Чадний газ не має запаху, безбарвний, тому його неможливо відчути. Він утворюється в результаті горіння в умовах нестачі кисню. Тобто, якщо в приміщенні немає достатнього доступу свіжого

повітря, погано працює вентиляція, то там може збиратись чадний газ. Крім того, вітряна погода може спричинити зворотню тягу в вентиляційних каналах, а через це небезпечні продукти горіння не виводяться назовні і накопичуються у приміщенні.

Чадний газ небезпечний тим, що потрапляючи в кров (рис. 2), він сполучається з гемоглобіном та робить його нездатним розносити кисень по організму. Через це людина гине як від задухи.

Знаходження протягом двох годин в приміщенні з концентрацією CO у повітрі лише 0,1% призводить до втрати свідомості, після чого людина може швидко померти. Втрата свідомості супроводжується таким знесиленням, що людина навіть помітивши небезпеку, вже неспроможна врятуватись.

Такі симптоми як погіршення світлової та кольорової чутливості зору, погіршення слуху, головний біль, відчуття тиску свідчать про небезпечну концентрацію чадного газу в повітрі (0,05% CO).

При вищих концентраціях газу відчуватиметься сильний головний біль, слабкість, запаморочення, нудота [24].

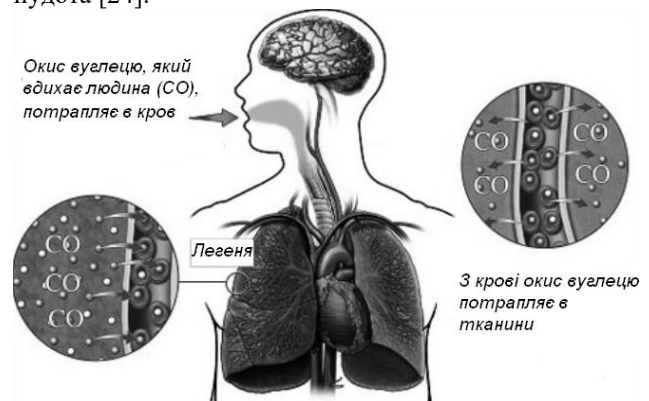


Рис. 2 – CO в організмі людини

В процесі зварювання чадний газ виділяється і зварник ним дихає, таким чином без достатнього захисту працюючого він обов'язково потрапляє в кров. Це може призвести до проблем з кров'ю і розвитку такого захворювання, як лейкемія.

Більш детальному дослідженню цього питання будуть присвячені наступні роботи.

Інтенсивна світлова радіація під час дугового зварювання може викликати пошкодження очей, а інфрачервоне випромінювання може пошкодити рогівку очей і призвести до катаракти. Навіть короточасний вплив (менше ніж одна хвилина) невидимого оку ультрафіолетового випромінювання зварювальної дуги може привести до серйозних наслідків, коли зварювальники за їх висловом "встигають нахапатися зайчиків". Перші ознаки такого впливу зазвичай проявляються через кілька годин і включають відчуття попадання піску або абразивних частинок в очі, розмитий зір, інтенсивні болі, слізотечіння очей і головні болі.

Інтенсивна світлова радіація дуги може впливати на персонал, що працює поблизу. Приблизно половина пошкоджень зору доводиться на персонал, який безпосередньо не бере участь в процесі зварювання. Зварювальники, що працюють без належного захисту, з-за негативного впливу ультрафіолетового

випромінювання можуть бути схильні до хронічних захворювань очей, що призводить до погіршення зору.

Надмірна доза ультрафіолетових променів призводить до опіків шкіри, збільшується ризик захворювання на рак шкіри. Променеві опіки очей проявляються не відразу, а через 4-6 годин [25]. Надмірний шум в процесі зварювання призводить до пошкодження слуху зварника. Високий рівень шуму також викликає нервову напругу і збільшує кров'яний тиск, і може сприяти розвитку хвороб серця.

Певні спеціалізовані види зварювання можуть створювати надмірний рівень шуму [22,23]. Тривале перебування в умовах підвищеного шуму викликає перевтому, збудження і дратівливість робочого персоналу. Тому працюючи в умовах підвищеного шуму, потрібно визначати рівень шуму. Якщо рівень шуму перевищує 85 децибел, роботодавець зобов'язаний вжити певних заходів і забезпечити необхідними засобами захисту слухових органів.

Травми і пошкодження м'язових і кісткових тканин Зварювальники часто скаржаться на болі спини, плечового пояса, тендиніт, слабкість в м'язах, защемлення нервових закінчень, холодні кінцівки рук (порушений кровообіг), і захворювання колінних суглобів. Робоче положення під час зварювання (особливо при зварюванні на стелі), вібрація, підйом вантажів все це може сприяти розвитку цих захворювань.

Значна частина зварювальних робіт проводиться за межами цехів, де можна в значній мірі контролювати умови, – на відкритих будмайданчиках, при ремонті великих споруд і машинного обладнання. Зварнику доводиться переносити все своє обладнання, встановлювати його і працювати, наприклад, в тісному замкнутому просторі або на хитких лісах. Через те, що потрібно дотягуватися до потрібної точки, опускатися на коліна або приймати інші незручні положення, зварювальник стикається з цим ризиком отримання кістково-м'язових травм, змушений відчувати велике фізичне напруження, надмірну втому. Робітникам в герметичному захисному одязі загрожує і тепловий стрес, особливо в жарку погоду.[20]

Зварювальні роботи відносяться до категорії підвищеної небезпеки[14] як для самого зварника, так і для людей, що знаходяться в безпосередній близькості від робочого місця.

У виробничих умовах не завжди можна знизити вміст усіх шкідливих речовин до ГДК за рахунок застосування тільки колективних засобів захисту: загальнообмінної (припливно– витяжної) та місцевої вентиляції. Тому в таких випадках необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД).

У перелік обов'язкових засобів, входять: маска, спеціальний костюм, взуття, рукавиці. Додатково можуть використовуватися захисні каски, щитки, протигази, респіратори, навушники, страхові системи [15].

Ефективне застосування засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) залежить від їх правильного вибору і умов експлуатації. Також необхідно враховувати конкретні умови виробництва, вид та тривалість впливу шкідливого чинника і індивідуальні

особливості людини. При застосуванні зварювальних технологій є необхідним використання засобів індивідуального захисту. Існує безліч виробників і різних модифікацій ЗІЗ, які повинні відповідати ДСТУ EN ISO 11611:2016 Одяг захисний для використання під час зварювання та суміжних процесів (EN ISO 11611:2015, IDT; ISO 11611:2015, IDT).

Засоби індивідуального захисту різного функціонального походження, розроблені Фізико-хімічним інститутом захисту навколишнього середовища і людини (ФХІЗНІЛ) з урахуванням специфіки умов їх експлуатації, вже кілька десятиліть застосовуються при зварюванні металів [16].

Особливої уваги заслуговує комплект засобів індивідуального захисту зварників та робочих суміжних професій від шкідливих виробничих чинників (механічні пошкодження, іскри і бризки розплавленого металу, випромінювання тепла, токсичні гази і пари, аеродисперсні частинки), у складі котрого сезонні костюми зварника (КЗ) і протигазовий гігієнічний комплект (ПГК), адаптовані до мікрокліматичних умов робочої зони; захисний жилет, фартух, рукавиці, краги, замінні рукави, сумісні з рукавицями; газопилозахисні респіратори «Мрія» та «Зварник».

Згадані ЗІЗ відповідають функціональним, експлуатаційним, ергономічним і гігієнічним вимогам. Критерієм досконалості і надійності їх конструкції є анатомічність крою одягу, типізація, уніфікація та мінімізація кількості деталей, застосування сучасних конструкційних матеріалів, які мають відповідні умовам експлуатації товщину, поверхневу щільність, стійкість до стирання, міцність на розрив та роздир, повітря – і паропроникність, гігроскопічність (у випадку ПГК і респіраторів «Мрія» і «Зварник», крім зазначеного, – захисну ефективність і динамічну поглинальну ємність іонообмінних нетканних матеріалів, фільтруючих і сорбційно-фільтруючих матеріалів, активність низькотемпературного каталізатора на застосування яких у складі ЗІЗ є дозвіл Міністерства охорони здоров'я України).

Фільтруючі ЗІЗОД призначені для очистки повітря від шкідливих речовин у вигляді аеродисперсних частинок різного походження (пил, дим, туман) або/і газів і парів, коли їх концентрація перевищує ГДК. Їх застосування дозволяється, якщо відомі склад та концентрація шкідливих речовин, а також достатня кількість кисню в повітрі робочої зони (не менше ніж 17% об.). Заборонено застосування фільтруючих ЗІЗОД при виконанні робіт у важкодоступних та погано провітрюваних приміщеннях малого об'єму: цистернах, колодязях, трубопроводах.

На даний час в Україні для виробництва фільтруючих респіраторів використовується фільтруючий нетканний матеріал «Елефлен» у вигляді полотна з ультра тонких поліпропіленових волокон. Температурний діапазон його експлуатації – від мінус 30°C до плюс 140°C

Фільтруючі ЗІЗОД не можна застосовувати, якщо невідомий склад і концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони, а також коли газо– чи пароподібна шкідлива речовина не має яскраво

виявлених ідентифікаційних властивостей (смак, запах). У цих випадках необхідно застосовувати ізолюючі ЗІЗОД.

В умовах фізичної напруги, а також підвищеної температури повітря в робочій зоні негативний вплив ЗІЗОД на організм користувача посилюється, зокрема, при використанні безклапанних респіраторів внаслідок намокання півмаски і “цементациї” пилу збільшуються опір диханню та навантаження на серцево-судинну систему. У таких випадках доцільно використовувати фільтруючі респіратори, що споряджені вузлами клапанів видиху, наявність яких значно зменшує опір видиху, перешкоджає утворенню конденсату і сприяє видаленню з підмаскового простору зайвих тепла і вологості.

Данні щодо нормованої тривалості використання фільтруючих респіраторів з різним початковим опором диханню при виконанні роботи різної важкості протягом однієї години робочої зміни наведені у табл. 2.

Таблиця 2 Нормована тривалість використання фільтруючих респіраторів

Важкість роботи	Початковий опір диханню	
	до 100 Па	понад 100 Па
Легка	Не більше 45 хв.	Не більше 30 хв.
Середня	Не більше 30 хв.	Не більше 15 хв.
Важка	Не більше 15 хв.	Не більше 3–5 хв. на кожні півгодини

Час, що залишився повністю або частково до завершення робочої зміни, рекомендується займати більш легкою працею, при виконанні котрої респіратор не потрібен. Робота зварника відноситься до робіт середньої важкості ІІб.

Найпростішим і найдоступнішим засобом захисту органів дихання зварювальника є респіратор [4,7].

Респіратор для зварювальника щонайменше має бути класу FFP2, тобто забезпечувати захист до 12 ГДК, з негорючим зовнішнім шаром, клапаном видиху для забезпечення відведення тепла і вологості, досить міцними та зручними для підгонки гумовими ремінцями. Цілковито не зайвим буде і додатковий вугільний шар, що фільтрує газову складову зварювального аерозолі. Усі ці властивості характерні для сучасного респіратора, призначеного для зварювальника [4, 7].

Респіратор повинен ефективно захищати органи дихання і не заважати диханню, і обов'язково відповідати ДСТУ EN 149:2003 або ДСТУ EN 405:2003, або ДСТУ EN 1827-2001.

Авторами статті представлена таблиця сучасних респіраторів, які використовуються зварниками (табл. 3).

Таблиця 3 Найбільш поширені сучасні респіратори в Україні для зварників

Марка респіратора	Перелік речовин від яких захищають органи дихання
ФІЛЬТРУЮЧІ ПРОТИПИЛОВІ РЕСПІРАТОРИ (ФП)	
«ЛЕПЕСТОК-210» FFP2 ДСТУ EN 149:2003	Від пилу та аерозолів, але не від парів та газів
«СНІЖОК» FMP2 (ДСТУ EN 149:2003)	Від пилу та аерозолів, але не від парів та газів
«СНІЖОК» К FMP2 (ДСТУ EN 149:2003)	Від пилу та аерозолів, але не від парів та газів
ФІЛЬТРУЮЧІ ГАЗОПІЛІОЗАХИСНІ РЕСПІРАТОРИ (ГП)	
«ЗВАРНИК» FFGаз2P2(ДСТУ EN 405:2003)	Кислі гази і озон; тверда складова зварювальних аерозолів
«МРІЯ» FMA1P2 (ДСТУ EN 1827-2001)	Пари органічних сполук, точка кипіння котрих вище 65°C; аеродисперсні частинки
«МРІЯ» FMB1P2 (ДСТУ EN 1827-2001)	Хлор, сірководень, ціаністий водень; аеродисперсні частинки
«МРІЯ» FME1P2(ДСТУ EN 1827-2001)	Кислі гази; тверда складова зварювальних аерозолів
«МРІЯ» FMK1P2 (ДСТУ EN 1827-2001)	Аміак і пари азотомісних органічних основ, аеродисперсні частинки
«СНІЖОК» FMA1P2 (ДСТУ EN 1827-2001)	Пари органічних сполук, точка кипіння котрих вище 65°C; аеродисперсні частинки
«СНІЖОК» FMB1P2 (ДСТУ EN 1827-2001)	Хлор, сірководень, ціаністий водень; аеродисперсні частинки
«СНІЖОК» FME1P2(ДСТУ EN 1827-2001)	Кислі гази і пари кислот; аеродисперсні частинки
«СНІЖОК» FMK1P2 (ДСТУ EN 1827-2001)	Аміак і пари азотомісних органічних основ; аеродисперсні частинки
«СНІЖОК» FMГаз2P2(Ш) (ДСТУ EN 1827-2001)	Кислі гази і пари кислот, аміак і пари азотомісних органічних основ, озон, пари органічних сполук; аеродисперсні частинки

На ринку України широко представлені і моделі респіраторів іноземного виробництва, такі як:

1. 3М 9925 респіратор для зварювання FFP2, клас 2, виробник – 3М (США). Він забезпечує захист від пилу, озону, диму, аерозолів, туманів, органічних парів

2. 3М 9928 клас захисту – FFP2, виробник – 3М (США).

Він забезпечує захист від пилу, озону, диму, органічних парів.

Сфера застосування респіратора тієї чи іншої марки визначається головним чином хімічним та дисперсним складом аерозолів, а також концентрацією речовини в повітрі робочої зони. Раніше при електродуговому зварюванні часто застосовували респіратор марки "Лепесток-200". Однак істотним недоліком респіраторів типу "Лепесток", стосовно захисту органів дихання від шкідливих речовин, які утворюються при зварюванні, є те, що ці респіратори (за своїм призначенням – тип ФП) не можуть очищати повітря від шкідливих газоподібних речовин (монооксиду вуглецю, оксидів азоту, озону, фтористого водню та тетрафтористого кремнію). Тому для захисту органів дихання зварників більш доцільно застосовувати респіратори типу "Снежок-ГП". Ці респіратори, крім протиаерозольного фільтра з матеріалу типу ФП, мають додатковий протигазовий фільтр з комбінованого волокнистого сорбційно-фільтруючого матеріалу, а також клапан видихання. Останній полегшує дихання, причому фільтруюча тканина зсередини не запотіває. Це дозволяє тривалий час користуватися респіратором без заміни фільтруючого елемента. [4,7].

Усім вимогам, які ставляться до респіраторів при зварюванні та споріднених процесах, відповідає респіратор «Сніжок», розроблений і виготовлений Фізико-хімічним інститутом захисту оточуючого середовища і людини Міністерства освіти і науки України та Національної Академії Наук України (Одеса).

Для захисту органів дихання при зварюванні покритими електродами, особливо з покриттям, що містить фтористий кальцій, а також порошковими дрютами і під флюсами, коли повітря забруднюється газоподібними фтористими сполуками, повинні застосовуватися респіратори марок "Сніжок ГП-В" та "Сніжок ФГП-В". При аргон дуговому зварюванні кольорових матеріалів, сплавів та високолегованих сталей, коли в повітрі робочої зони у великих кількостях присутній озон, необхідно користуватися респіраторами марок "Сніжок ГП-озон" та "Сніжок ФГП-озон". [4].

Проте, на жаль, як засвідчує практика, зварювальники, особливо старшого віку, доволі рідко користуються респіраторами, навіть незважаючи на знання про шкоду зварювального аерозолі. Та їх можна зрозуміти – бо щоб вдихнути повітря, потрібно подолати опір фільтруючого шару, а це, своєю чергою, додаткові енерговитрати людині, що працює в надзвичайно напруженому режимі [7].

Шлангові та автономні ізолюючі маски зварника з примусовою подачею повітря в зону дихання мають ряд переваг перед фільтруючими респіраторами. В їх конструкції передбачена подача повітря в лицеву частину маски (100...200 л/хв), що забезпечує постійний надлишковий тиск, який виключає

підсмоктування в зону дихання забрудненого повітря. При цьому обличчя працюючого омивається струменем чистого повітря потрібної температури, що при високих температурах на робочому місці забезпечує необхідні мікрокліматичні умови для запобігання перегрівання. Відпрацьоване повітря виходить назовні через щілини. На відміну від респіраторів у підмасковому просторі таких ЗІЗОД відсутній опір диханню, а вміст вуглекислого газу в повітрі, що вдихається, невеликий. Подача свіжого повітря запобігає запотіванню скла маски. Період дії цих засобів захисту нічим не обмежується, крім фізіологічних можливостей працюючих з ними.

Конструктивні особливості масок зварника з системою очищення та подачі повітря в зону дихання визначені необхідністю захисту органів дихання від шкідливих речовин, а очей від випромінювання. Складовими частинами таких пристроїв є захисна маска зварника, фільтруючий елемент, елемент подачі повітря та з'єднувальний шланг.

Маска повинна мати світлофільтр, що захищає очі від випромінювання зварювальної дуги; причому в її конструкції слід передбачати можливість спостереження за підготовчими операціями при виконанні зварювання без піднімання маски, оскільки це призведе до розгерметизації зони дихання. Залежно від цього розроблені маски зі світлофільтрами на рідких кристалах (з автоматичним затемненням) або зі звичайним світлофільтром (постійної оптичної густини), що відкривається.

Широкого поширення дістали маски зі світлофільтрами з автоматичним затемненням і системою очищення та подачі повітря в зону дихання "Speedglas Fresh Air" фірми "Hörmel Speedglas Inc." (США), "Ainstream" фірми "Racal" (Великобританія), "Fresh Air Vnit" фірми "Nederman" (Швеція) та інші, що забезпечують надійний захист очей, обличчя та органів дихання зварника [4].

Але на українському ринку вони достатньо дорого коштують. Наприклад, маска зварника «хамелеон 3М Speedglas 9100Air V з турбоблоком ADFLO Li-Ion» станом на 2019 рік коштує 47784.96 грн. Її основне призначення це роботи в умовах обмеженої вентиляції з вмістом кисню не менше 19,5% і рівнем забруднення повітря не більше 50 ГДК. Маска з системою примусової вентиляції оснащена спеціальними електронними пристроями, безперервно контролюючих і регулюючих подачу повітря в залежності від потреб. При потребі застосовують проти аерозольний фільтр.

Маска зварника «хамелеон speedglas 9002v з fresh-air» коштує 29 918, 96 грн. (Ціни наведено Інтернет-магазин «ВІКО») Система ідеально підходить для роботи в замкнутих просторах і інших не вентильованих приміщеннях, де неможливе застосування фільтруючих засобів індивідуального захисту. Застосовують для роботи в закритих приміщеннях при високій концентрації димів, аерозолів і газів.

Сучасні маски успішно захищають зварника від багатьох неприємностей, адже, крім захисного скла, в них вставляється світловий фільтр. Розроблено кілька типів масок: традиційні (світлофільтр у фіксованому

стані); з підйомним світлофільтром; маски «хамелеон» – автоматичного типу. Перші два типи являють собою, так звані, «пасивні» маски. Такі маски не завжди справляються зі своїм основним завданням – захистом очей від шкідливих випромінювань. «Активні» маски типу «хамелеон» змінюють ступінь свого затемнення автоматично в залежності від імпульсу світла зварювальної дуги і дозволяють контролювати процес зварювання без шкоди для зору.

Щодо системи подачі чистого повітря під маску, то найбільшого розповсюдження за кордоном дістали портативні автономні системи, що розташовуються на поясі зварника. Такі системи складаються з електричного збуджувача тяги, який подає повітря під маску, фільтруючого блока для очищення забрудненого повітря, що забирається з робочої зони зварника, та гнучких шлангів, які з'єднують систему очищення та подачі повітря із захисною маскою. Схема і пристрій цих масок компактні, мають незначну вагу, не заважають проведенню зварювальних робіт та звільняють руки зварника.

Широко застосовуються також маски, до яких повітря надходить від внутрішньої цехової компресорної системи. Комплект складається з герметичної маски; фільтра з активованим вугіллям для очищення повітря від домішок; редуктор, приєднаний до магістралі зі стиснутим повітрям; запобіжний клапан, що спускає повітря з-під маски при його надмірному тиску; індикаторний пристрій, який дозволяє визначати ступінь забруднення активованого вугілля у фільтрі; поясний ремінь, на якому змонтовано всі перелічені елементи.

При роботі в умовах з нормальними параметрами мікроклімату згідно ДСН 3.3.6.042-99 розглянуті ЗІЗОД практично задовольняють поставлені вимоги. Але при зварюванні в умовах знижених або підвищених температур, що нерідко буває характерним для зварювального виробництва, дані ЗІЗОД непридатні, оскільки в них не передбачено регулювання температури повітря в зоні дихання. Тому за таких умов необхідно застосовувати ЗІЗОД, які забезпечують очищення і подачу під маску зварника повітряного потоку з заданою температурою від зовнішнього джерела. Такі апарати, крім системи очищення і подачі повітря під маску, мають спеціальний пристрій кондиціювання повітря. Стиснуте повітря, що надходить від промислової мережі або персонального компресора, очищується у фільтрах попередньої та тонкої очистки, подається у вихрову трубку, де відбувається розподіл повітря на охолоджене і нагріте. Підготовлене повітря надходить до повітророзподільного блока, що монтується на масці зварника. Температура повітря регулюється дросельним вентиляем в межах $\pm 12^{\circ}\text{C}$ відносно температури навколишнього повітря [4].

Іншим засобом захисту зварника від зварювальних аерозолів є установка місцевої вентиляції. Але цей варіант доречний тоді, коли зварник має стаціонарне місце роботи, при цьому захищається не тільки зварник, але й ті, хто працюють поруч. Однак цей засіб має досить суттєве обмеження. Ефективність роботи місцевого відсмоктування залежить від відстані до джерела диму, і при відстані

понад 70 см, фільтрується не більше 20 % забрудненого повітря. А коли зварнику необхідно обварити досить велику конструкцію, то він, далеко не завжди, тягатиме за собою «хобот» відсмоктування до кожного місця зварювання, не кажучи вже про те, що іноді це фізично неможливо. Те саме можна зазначити і щодо напівавтоматичного зварювання протяжних швів.

Але існує засіб захисту зварника, позбавлений усіх перелічених вище недоліків. Це комплексний засіб індивідуального захисту, куди входить зварювальний щиток з автономним блоком подавання повітря. Зварювальний щиток з автоматичним затемненням світлофільтра забезпечує зварнику постійний захист очей та контроль за робочим місцем, як при запаленій дузі, так і за її відсутності. Автономний блок подавання повітря закріплюється на поясі зварника і постійно захищає його органи дихання.

Комплексний засіб індивідуального захисту зварника включає в себе фільтр і мікровентилятор, що працює від акумуляторної батареї, яка забезпечує час безперервної роботи не менше 8 годин, тобто повну робочу зміну. Забруднене повітря проходить три стадії очищення: через металеву сітку, передфільтр грубого очищення й аерозольний фільтр тонкого очищення, який забезпечує коефіцієнт захисту цього засобу захисту 50. Це означає, що під маскою зварника повітря буде в 50 разів чистіше, ніж зовні. При цьому після аерозольного фільтра можна вставити додатковий фільтр від запаху (протигазовий фільтр до 1 ГДК) або універсальний протигазовий фільтр АВЕК1[4]. Далі чисте повітря, через шланг подавання повітря, подається під зварювальний щиток. Але не спрямованим потоком, а через розподільник повітря, який рівномірно розділяє повітря під зварювальним щитком, унеможливаючи обдування гайморових пазух, розташованих в лобовій частині голови, що істотно знижує ризик застудити їх. Для вимкнення підсмоктування нефільтрованого повітря зварювальний щиток забезпечений лицьовим ущільненням з вогнестійкого матеріалу. Електронна схема «інформує» світловим і звуковим сигналом про необхідність заміни фільтра. Таким чином, у зварника нема потреби стежити за станом свого аерозольного фільтра, за нього це зробить електроніка. До того ж аерозольний фільтр неможливо очистити. Спроба «продути» його може призвести до утворення мікророзривів матеріалу фільтра. При цьому зварник вважатиме, що йому вдалося почистити фільтр, а насправді він дихатиме вже неочищеним повітрям, що спрямовується через ці мікророзриви. Отже, робота з таким «фільтром» завдасть шкоди здоров'ю зварника і передчасно виведе з ладу автономний блок. А ось металеву сітку і передфільтр, навпаки, необхідно час від часу чистити для збільшення терміну служби основного фільтра.

При роботі з фільтруючими засобами захисту треба пам'ятати, що жоден з них не додає кисень у повітря, що вдихається. Скажімо, коли концентрація інших газів у робочій зоні буде настільки великою, що змінить вміст кисню до менш як 18%, використання фільтрувальних засобів захисту заборонено[4]. Така ситуація може виникнути при зварюванні в

замкненому, не вентиляваному приміщенні з використанням захисних інертних газів. А тому в таких випадках рекомендується застосовувати ізолюючі засоби індивідуального захисту. Особливу увагу треба звернути на захист від чадного газу (CO), який може утворюватися в замкненому просторі, це питання не достатньо вивчено. Варто нагадати, що середній термін життя чоловіків в Україні становить 60 років, і для збільшення цього терміну, зокрема працівників, зайнятих на електрозварювальних роботах, необхідно застосовувати сучасні засоби індивідуального захисту органів дихання.

Висновки. Проаналізовані основні зварювальні процеси, які надали пояснення щодо причин виникнення шкідливих та небезпечних виробничих чинників під час зварювального процесу, запропоновано їх класифікацію відповідно до різних процесів зварювання, зроблено аналіз професійних захворювань зварників та наведено способи та засоби захисту зварників від шкідливих чинників які присутні у робочій зоні.

Виконані дослідження з аналізу наукових досліджень щодо забезпечення безпеки зварювальних робіт, показали що на сьогоднішній день недостатньо досліджені засоби захисту від чадного газу який утворюється у процесі зварювання, особливо враховуючи склад електродів. Цим дослідженням будуть присвячені наступні роботи.

Список літератури

1. Корнієнко О. М. Становлення та розвиток зварювального виробництва в Україні у світовому контексті (70-ті роки XIX ст. – 50-ті роки XX ст.): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. іст. наук:[спец.] 07.00.07 «історичні науки і техніки»/ Центр досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М.Доброва НАН України.Київ, 2009.
2. Марків Б. Умови праці зварників. Вплив шкідливих виробничих факторів.//<http://te.dsp.gov.ua/umovy-pratsi-zvarnykiv-vplyv-shkidlyvyh-vyrobnychyh-faktoriv/> 10 травня 2018
3. Вредные условия производства при выполнении сварочных работ, рекомендации и меры повышения безопасности // www.nisa.net.ua
4. Левченко О.Г. Гігієна праці та виробничі санітарія у зварювальному виробництві. навч. посіб. Київ: «Основа», 2004. 98 с.
5. Демчина М. Вплив компонентів зварювального аерозолі на здоров'я людини.//<https://city-adm.lviv.ua/news/society/emergency/233003-vplyv-komponentiv-zvartuvalnoho-aerologii-na-zdorovia-liudyny>. 24.06.2016
6. Биковський О.Г., Лазуткін М.І., Охорона праці при виробництві конструкцій з кольорових металів і сплавів // Вестник НТУ «ХПІ». 2012. № 1.
7. Захист органів дихання під час зварювальних робіт// <http://oppb.com.ua/articles/zahyst-organiv-dyhannya-pid-chas-zvartuvalnyh-robit> 27.04.2018
8. Левченко О. Г., Демещька О.В., Лук'яненко А. О. Цитотоксичність зварювальних аерозолів, що утворюються під час зварювання покритими електродами // Український журнал з проблем медицини праці. 2016. № 3. С. 30–35
9. ISO 15011-1: 2008. 2011, Health protection and safety in welding and related processes. A laboratory method for sampling aerosols and gases, generated in arc welding. Part 1. Determination of emission levels and sampling for analysis of aerosol microparticles. [Effective as of 15.08.2008]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 8 p. (in Ukrainian).
10. Технічна енциклопедія Tech Trend // <http://techtrend.com.ua/index.php?newsid=15962>
11. ISO 15011-1: 2008. 2011, Health protection and safety in welding and related processes. A laboratory method for sampling aerosols and gases, generated in arc welding. Part 1. Determination of emission levels and sampling for analysis of aerosol microparticles. [Effective as of 15.08.2008]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 8 p. (in Ukrainian).
12. Шкідливі речовини при зварюванні і навіщо потрібно фільтровентиляційне обладнання// http://sammit.dp.ua/articles/svarka_vred.htm/ 2017
13. Энциклопедия по охране и безопасности труда // <http://base.safework.ru/iloenc>
14. Дозвіл на початок виконання робіт підвищеної небезпеки // <http://registrio.com.ua/dovil-na-pochatok-vikonannya-robit-pidvishhenno%D1%97-nebezpeki>
15. Левченко О.Г. Охорона праці у зварювальному виробництві: Навч. посіб. для практичних робіт з охорони праці для студентів зварювальних спеціальностей. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 181 с.
16. Каталог засобів індивідуального захисту. Фізико-хімічний інститут захисту навколишнього середовища і людини Міністерства освіти і науки України та Національної академії наук України (ФХІЗНСІЛ). Одеса. 2017.
17. Отруєння цинком: симптоми передозування, лікування наслідків. <https://diagnoz.in.ua> > ШКТ. 3 січня 2019
18. Симптоми отруєння чадним димом і правила надання першої допомоги // nastanova.com > Здоров'я
19. Види зварювання металу. Основні види зварювання. //учебно-технічний центр // <http://www.dyt.com.ua/index.php/ua/vidy-svarki-metalla-osnovnye-vidy-svarki-ukr>
20. Енциклопедія міжнародної організації праці <http://prombezpeka.com/enciklopediya-mizhnarodno%D1%97-organizaci%D1%97-praci/>
21. Стан виробничого травматизму в Україні у 2014 році за даними Держгірпромнагляду України //Охорона праці і здоров'я: www.fpsu.org.ua
22. Международная организация труда // <http://www.ilo.org/Search5/search.do>
23. Welding and metal work//Occupational safety and health: електрон. версія журн.: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---sro-port_of_spain/documents/presentation/wcms_250195.pdf
24. Техніка безпеки при виконанні зварювальних робіт <https://www.ozon.com.ua/ua/news/tehnika-bizpeku-pru-vukonani-zvartuvalnuh-robit.html>
25. Отравление монооксидом углерода (угарным газом)/ под ред. Зобнина Ю. В. 2011.
26. Трушкова Е. А., Ладная Е. В. Особенности профессиональных заболеваний электросварщиков при выполнении сварочных работ на производстве // Молодой ученый. 2016. №18.1. С. 25–27. <https://moluch.ru/archive/122/33781/>
27. Демещька, О. В. Нанорозмірні фракції твердої складової зварювальних аерозолів, що утворюються під час зварювання покритими електродами зі зниженням вмістом хрому (VI) / О.В.Демещька, І. М. Андрусишина, Т. Ю. Ткаченко, А. О. Лук'яненко, Ю. О. Полухаров // Технічні науки та технології. – 2017. – № 1 (7). – С. 79–86.
28. Биковський О.Г., Лазуткін М.І., Охорона праці при виробництві конструкцій з кольорових металів і сплавів // Безопасность жизнедеятельности
29. Биковський О.Г. Зварювання та різання кольорових металів. К.: Основа. 2011. – 389 с.
30. Костюк І. Ф., Капустник В. А. Професійні хвороби: Підручник. – 2-е вид., переробл. і доп. – К.: Здоров'я, 2003. 636 с.
31. Сварка в среде углекислого газа. Полуавтоматическая сварка в среде CO₂ //Технология, процессы и виды сварки//<http://taina-svarki.ru/sposoby-svarki/svarka-v-srede-zashchitnyh-gazov/svarka-v-srede-uglekislogo-gaza.php>

References (transliterated)

1. Korniyenko O. M. Stanovlennya ta rozvytok zvartuval'noho vyrobnytstva v Ukrayini u svitovomu konteksti (70-ti roky KhKh st. – 50-ti roky KhKh st.): avtoref. dys. na zbuttya nauk. stupenya dokt. ist. nauk:[spets.] 07.00.07 «istorychni nauky i tekhniky»/ Tsentr doslidzhen' naukovo-tekhnichnoho potentsialu ta istoriyi nauky im. H.M.Dobrova NAN Ukrayiny.Kyiv, 2009.
2. Markiv B. Umovy pratsi zvarnykyv. Vplyv shkidlyvykh vyrobnychkh faktoriv.//<http://te.dsp.gov.ua/umovy-pratsi-zvarnykyv-vplyv-shkidlyvyh-vyrobnychkh-faktoriv/> 10 travnya 2018
3. Vrednye usloviya proizvodstva pri vypolnenii svarochnykh rabot, rekomendatsii i mery povysheniya bezopasnosti // www.nisa.net.ua

4. Levchenko O.H. Hihiyena pratsi ta vyrobnycha sanitariya u zvaryuval'nomu vyrobnytstvi. navch. posib. Kyiv: «Osnova», 2004.98 p.
5. Demchyna M. Vplyv komponentiv zvaryuval'noho aerolyu na zdorov'ya lyudyny. // <https://city-adm.lviv.ua/news/society/emergency/233003-vplyv-komponentiv-zvaryuval'noho-aerolyu-na-zdorovia-liudyny>. 24.06.2016
6. Bykhovskyy O.H., Lazutkin M.I., Okhorona pratsi pry vyrobnytstvi konstruktiv z kol'orovykh metaliv i splaviv // Vestnyk NTU «KPI». 2012. No 1.
7. Zakhyst orhaniv dykhannya pid chas zvaryuval'nykh robit // <http://oppb.com.ua/articles/zakhyst-organiv-dykhannya-pid-chas-zvaryuval'nykh-robit> 27.04.2018
8. Levchenko O. H., Demets'ka O.V., Luk'yanenko A. O. Tsyotoksychnist' zvaryuval'nykh aerolyiv, shcho utvoryuyut'sya pid chas zvaryuvannya pokrytymy elektrodami // Ukrayins'kyi zhurnal z problem medytsyny pratsi. 2016. No 3, 30–35.
9. ISO 15011-1: 2008. 2011, Health protection and safety in welding and related processes. A laboratory method for sampling aerosols and gases, generated in arc welding. Part 1. Determination of emission levels and sampling for analysis of aerosol microparticles. [Effective as of 15.08.2008]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 8 p. (in Ukrainian).
10. Технічна енциклопедія Tech Trend // <http://techtrend.com.ua/index.php?newsid=15962>
11. ISO 15011-1: 2008. 2011, Health protection and safety in welding and related processes. A laboratory method for sampling aerosols and gases, generated in arc welding. Part 1. Determination of emission levels and sampling for analysis of aerosol microparticles. [Effective as of 15.08.2008]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 8 p. (in Ukrainian).
12. Shkidlyvi rechovyny pry zvaryuvanni i navishcho potribno fil'trovtylyatsiye obladnannya // http://sammit.dp.ua/articles/svarka_vred.htm/ 2017
13. Entsiklopediya po okhrane i bezopasnosti truda // <http://base.safework.ru/iloenc>
14. Dozvil na pochatok vykonannya robit pidvyshchenoyi nebezpeky // <http://registrio.com.ua/dovil-na-pochatok-vikonannya-robit-pidvyshcheno%D1%97-nebezpeki>
15. Levchenko O.H. Okhorona pratsi u zvaryuval'nomu vyrobnytstvi: Navch. posib. dlya praktychnykh robit z okhorony pratsi dlya studentiv zvaryuval'nykh spetsial'nostey. Kyiv: KPI im. Ihorya Sikors'koho, 2018. 181.
16. Kataloh zasobiv indyvidual'noho zakhystu. Fyzyko-khimichnyy instytut zakhystu navkolyshn'oho seredovyscha i lyudyny Ministerstva osvity i nauky Ukrayiny ta Natsional'noyi akademiyi nauk Ukrayiny (FKhIZNSIL). Odesa. 2017.
17. Otruyennya tsynkom: symptomy peredozuvannya, likuvannya naslidkiv. https://diagnoz.in.ua/ShKT.3_sichnya_2019
18. Symptomy otruyennya chadnym dymom i pravyta nadannya pershoi dopomohy // nastanova.com > Zdorov'ya
19. Vidy zvaryuvannya metalu. Osnovni vydy zvaryuvannya. // <http://www.dyc.com.ua/index.php/ua/vidy-svarki-metalla-osnovnye-vidy-svarki-ukr>
20. Entsiklopediya mizhnarodnoyi orhanizatsiyi pratsi <http://prombezpeka.com/enciklopediya-mizhnarodno%D1%97-organizaci%D1%97-praci/>
21. Stan vyrobnychoho travmatyzmu v Ukrayini u 2014 rotsi za danymi Derzhzhirpromnahlyadu Ukrayiny // Okhorona pratsi i zdorov'ya: www.fpsu.org.ua
22. Mezhdunarodnaya organizatsiya truda // <http://www.ilo.org/Search5/search.do>
23. Welding and metal work/Occupational safety and health: elektron.versiya zhurn.: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-americas/-ro-lima/-sro-port_of_spain/documents/presentation/wcms_250195.pdf
24. Tekhnika bezpeky pry vykonanni zvaryuval'nykh robit <https://www.ozon.com.ua/ua/news/tehnika-bizpeku-pru-vukonani-zvaryuval'nykh-robit.html>
25. Otravlenie monooksidom ugleroda (ugarnym gazom)/ pod red. Zobnina Yu. V. 2011.
26. Trushkova E. A., Ldnaya E. V. Osobennosti professional'nykh zabolevaniy elektrosvarshchikov pri vypolnenii svarochnykh rabot na proizvodstve // Molodoy uchenyy. 2016. No 18.1, 25–27. <https://moluch.ru/archive/122/33781/>
27. Demets'ka, O. V. Nanorozmirmi fraktsiyi tverdoyi skladovoyi zvaryuval'nykh aerolyiv, shcho utvoryuyut'sya pid chas zvaryuvannya pokrytymy elektrodami zi znyzhenym vmistom khromu (VI) / O. V. Demets'ka, I. M. Andrusyshyna, T. Yu. Tkachenko, A. O. Luk'yanenko, Yu. O. Polukarov // Tekhnichni nauky ta tekhnolohiyi. – 2017. – No 1 (7), C. 79-86.
28. Bykovskyy O.H., Lazutkin M.I., Okhorona pratsi pry vyrobnytstvi konstruktiv z kol'orovykh metaliv i splaviv // Bezopasnost' zhyznedeyatel'nosty
29. Bykovskyy O.H. Zvaryuvannya ta rizannya kol'orovykh metaliv. Kyiv: Osnova. 2011, 389.
30. Kostyuk I. F., Kapustnyk V. A. Profesiyni khvoroby: Pidruchnyk. – 2-e vyd., pererobl. i dop. – Kyiv: Zdorov'ya, 2003, 636.
31. Svarka v srede uglekislogo gaza. Poluavtomaticheskaya svarka v srede SO2 // Tekhnologiya, protsessy i vidy svarki // <http://taina-svarki.ru/sposoby-svarki/svarka-v-srede-zashchitnykh-gazov/svarka-v-srede-uglekislogo-gaza.php>

Надійшла (received).22.11.2018

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Березуцький В'ячеслав Володимирович (Березуцький Вячеслав Владимирович, Berezutsky Vyacheslav Vladimirovich) – докт. техн. наук, професор, НТУ «ХПІ», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», кафедра «Охорона праці і навколишнього середовища», e-mail: viaberezuk@gmail.com

Хондак Інна Іванівна (Хондак Инна Ивановна, Hondak Inna) – старший викладач, ХНУРЕ, Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра охорони праці, e-mail: d_os@nure.ua